

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-352763

(43)Date of publication of application : 06.12.2002

(51)Int.Cl.

H01J 37/28
G01B 15/00
G03F 1/08
H01J 37/06
H01J 37/09
H01J 37/29
H01L 21/027
H01L 21/66

(21)Application number : 2001-155224

(71)Applicant : EBARA CORP

(22)Date of filing : 24.05.2001

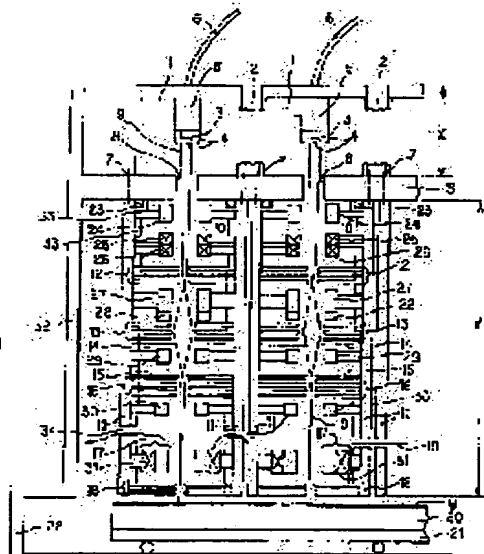
(72)Inventor : NAKASUJI MAMORU
NOMICHI SHINJI
SATAKE TORU

(54) ELECTRON BEAM SYSTEM AND DEVICE MANUFACTURING METHOD USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent damages in the cathode of an electron gun by positive ions, while keeping high vacuum level for an electron gun chamber, even when the vacuum level of a lens/deflection system is low.

SOLUTION: An apparatus relates to an electron beam system having a multi-beam/multi-column structure. A plurality of lens barrels 32, arranged in parallel in this electron beam apparatus, comprise the electron gun chamber 1 for emitting a plurality of electron beams from a plurality of projections of cathodes 3 and electron optical systems Y for forming the images of the plurality of electron beams on the surface of a sample. The electron beam apparatus also comprises a partition plate S, that separates the electron gun chamber 1 from a plurality of electron optical systems Y and has holes 8, through which a plurality of electron beams can pass. The plurality of electron beams are formed on a circumference centered on the optical axis of each corresponding electron optical system.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(10)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-352763

(P2002-352763A)

(43)公開日 平成14年12月6日(2002.12.6)

(51)Int.Cl.	識別記号	F1	キーワード(参考)
H01J 37/28		H01J 37/28	B 2F067
G01B 15/00		G01B 15/00	B 2H095
G03F 1/06		G03F 1/06	S 4M106
H01J 37/06		H01J 37/06	A 5C030
37/09		37/09	A 5C088

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-155224(P2001-155224)

(22)出願日 平成13年5月24日(2001.5.24)

(71)出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72)発明者 中筋 義

東京都大田区羽田旭町11番1号 荏原マイ

スター株式会社内

(72)発明者 野路 伸治

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社

荏原製作所内

(74)代理人 100089705

弁理士 社本 一夫 (外5名)

最終頁に続く

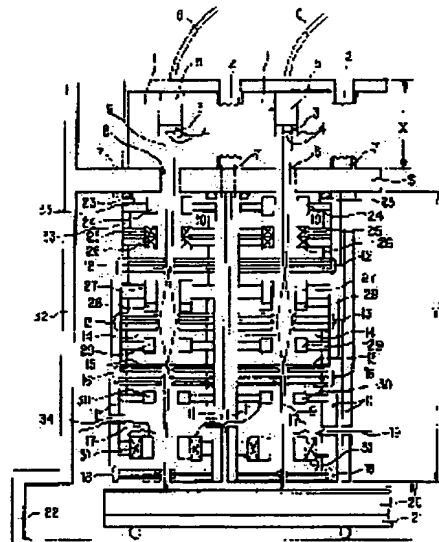
(54)【発明の名称】 電子線装置及び該装置を用いたデバイス製造方法

(57)【要約】

【課題】 レンズ・偏向系の真空度が低いときにも電子銃部の真空度を高く保持しつつ、正イオンによる電子銃のカソードの破損を防止する。

【解決手段】 マルチビーム・マルチカラムの構造を有する電子線装置に関する。該電子線装置では、カソード3の複数の突起から複数の電子ビームを放出する電子銃部1と該複数の電子ビームを試料の面上に結像させる電子光学系Yとを有する銃筒32が複数並設される。電子線装置は、電子銃部1と複数の電子光学系Yとの間を仕

切ると共に複数の電子ビームが通過可能な孔8を有する仕切板Sを更に備える。複数の電子ビームが、対応する各々の電子光学系の光軸を中心とする円周上に配置される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の電子ビームを形成する電子ビーム形成手段と該複数の電子ビームを試料の面上に結像させる電子光学系とが夫々複数並設された電子線装置であって、

前記電子ビーム形成手段と前記複数の電子光学系との間を仕切ると共に前記複数の電子ビームが通過可能な孔を有する、少なくとも2つの電子光学系に共通した仕切板を更に含み、

前記複数の電子ビームは、対応する各々の電子光学系の光軸を中心とする円周上に配置されることを特徴とする、電子線装置。

【請求項2】 前記複数の電子光学系は、各々が強磁性体の筒状部材の内部に設けられていることを特徴とする、請求項1に記載の電子線装置。

【請求項3】 前記複数の電子光学系は、1枚の試料の上にM行2列並設されてなり、

前記電子線装置は、行方向に前記複数の電子ビームを走査すると共に該行方向と直交な列方向に試料台を連続移動させながら前記試料の評価を行うことを特徴とする、請求項1に記載の電子線装置。

【請求項4】 前記複数の電子光学系は、更に、前記試料から放出された2次電子を光軸に対し所定方向に偏向するE×B分離手段と、偏向された前記2次電子を少なくとも1段のレンズで2次電子検出器に導く2次光学系とを各々備え、

相対する2列の2次電子光学系は互いに反対方向に離れるように延在することを特徴とする、請求項3に記載の電子線装置。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれか1項に記載の電子線装置を用いて、プロセス途中又は完成後のウェーハを評価することを特徴とする、デバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、最小線幅が0.1ミクロン以下のパターンを有するウェーハ、マスク等の試料の評価を高スループット、高信頼性で行うのに適した電子線装置及びそれを用いたデバイス製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 マルチビームを使用する電子線装置は既に公知である。例えば、電子銃から所定の径に収束された1個以上の電子線を放出させて被検査試料の表面に結像させ、被検査試料を移動させることによって該被検査試料の表面を電子線で走査し、被検査試料から放出される2次電子や反射電子を複数の検出素子で検出して、それらの検出素子の出力を同時に又は並列的に処理することにより、微細パターンの評価時間を短縮するようにした電子線装置は公知である。

【0003】 また、複数の電子銃から放出される電子線

のスポット形状のバラツキを解消して微細パターンの評価精度を高めるために、複数の一次電子線で被検査試料を照射し、その結果放出された2次電子や反射電子を一次電子線毎に検出して、一次電子線毎に電極電圧又は励磁電流を調節するようにした微細パターン評価装置も公知である。

【0004】 こうしたマルチビーム型の電子線装置においては、電子銃の部分とレンズ・偏向系とで、必要とされる真空度に相違がある。例えば、マルチエミッター型の又は熱電界放出型の電子銃においては、電子銃のカソードの近傍は、10-8 torr よりも良好な真空度にしなないと安全に動作しないのに対して、レンズ・偏向系は、静電レンズや静電偏向器を用いた場合であっても、10-6 torr 程度の真空度が達成できれば充分動作可能である。したがって、電子線装置の構成要素毎に、所定の真空度を維持しなければならないという問題があった。

【0005】 また、電子光学装置内の電子線の光軸上に極めて多くのイオンが存在するため、正イオンが電子銃のカソードに衝突してカソードに孔を開けてしまうという問題もある。

【0006】 更に、マルチビーム且つマルチコラムの電子線装置を製造する場合、それぞれのコラムをどのように固定すべきかという問題に、明確な解答が出されていないのが実状である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、上記の問題を解決するために提案されたものであり、レンズ・偏向系の真空度が低いときにも電子銃部の真空度を高く保持し、もって、電子銃のカソードの破損を防止し、振動に強い電子線装置及びそれを用いたデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため、本発明は、複数の電子ビームを形成する電子ビーム形成手段と該複数の電子ビームを試料の面上に結像させる電子光学系とが夫々複数並設された電子線装置であって、前記電子ビーム形成手段と前記複数の電子光学系との間を仕切ると共に前記複数の電子ビームが通過可能な孔を有する、少なくとも2つの電子光学系に共通した仕切板を更に含み、前記複数の電子ビームは、対応する各々の電子光学系の光軸を中心とする円周上に配置されることを特徴とする。

【0009】 本発明によれば、複数並設された電子ビーム形成手段の各々から複数の電子ビームが形成される。例えば、電子ビーム形成手段は、電子銃カソードに複数の突起を備え、これらの突起から電子線が放出される。このようにして形成された複数の電子ビームは、仕切板の孔を通過して、複数並設された電子光学系の各々に入り、該電子光学系を介して試料の面上に結像される。複

数の電子ビームは、対応する各々の電子光学系の光軸を中心とする円周上に配置されるので、電子光学系の光軸上に多数存在する正イオンが、試料又は電子光学系の方から電子ビーム形成手段に戻ってきても光軸上には個々の電子ビーム源（例えば上記したカソードの突起）が無いので、正イオンによってカソードの突起が損傷されることがない。

【0010】本発明の好ましい態様は、前記複数の電子光学系は、各々が強磁性体の筒状部材の内部に設けられていることを特徴とする。本発明の別の好ましい態様は、複数の電子光学系は、1枚の試料の上にM行2列並設されてなり、前記電子銃装置は、行方向に前記複数の電子ビームを走査すると共に該行方向と直角な列方向に試料台を連続移動させながら前記試料の評価を行うことを特徴とする。これにより、試料の面上を効率的に評価することができる。

【0011】本発明の更に別の好ましい態様は、前記複数の電子光学系が、更に、前記試料から放出された2次電子を光軸に対し所定方向に偏向するE×B分離手段と、偏向された前記2次電子を少なくとも1段のレンズで2次電子検出器に導く2次光学系とを各々備え、相対する2列の2次電子光学系は互いに反対方向に離れるように延在することを特徴とする。

【0012】これにより、電子光学系の銃筒から突出し得る2次電子光学系が互いに干渉することなく、複数の銃筒を効率的に配置することができる。即ち、試料の面上に可能な限り多くの電子光学系を並設できることになり、試料の評価をスループット良く行うことができる。

【0013】本発明に係る電子銃装置を用いれば、プロセス途中又は完成後のウェーハを、高スループット且つ正イオン等の影響を防止しつつ高精度に評価することが可能となる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図1を用いて、本発明に係る電子銃装置の一つの実施の形態について説明する。図1において、電子銃装置はマルチビーム・マルチカラムの構造を有しており、銃筒32に両端が固定された厚い仕切板Sによって電子銃部Xと電子光学系Yとに分離され、即ち、仕切られる。電子銃部Xは、それぞれが円筒形をなし且つベローズ2によって相互に結合されている複数の電子銃室1を備え、それぞれの電子銃室1には、LaB6カソード3及びウェーネルト4を備えた熱電子放出型の電子銃が高压端子5で支持される。各電子銃は高压ケーブル6によって給電されてLaB6カソード3から複数の電子銃を放出する。

【0015】各電子銃室1はネジ7によって仕切板Sに固定される。このため、仕切板Sは充分な剛性を持つように所定の厚みを持つことが必要であり、仕切板Sの剛性が充分でない場合には、隣り合う電子銃室1の間に補強用のリブを配置することが望ましい。なお、各電子銃

室1は排気のためのイオンポンプ（図示せず）と接続されている。

【0016】それぞれの電子銃のLaB6カソード3の複数の突起から放出された電子銃が仕切板Sを全て通過することができるよう、仕切板Sには、各電子銃室1の電子銃の光軸を中心とする1個の孔8が形成される。これらの孔8のそれぞれは、電子銃室の真空度を悪化させないように大きなアスペクト比（孔の長さに対する孔の径の比）を有している。

【0017】一方、電子光学系Yは、複数の電子銃室1から放出された複数の電子銃でウェーハ等の試料Wを照射するよう各電子銃の形状を整形し縮小するために、各電子銃室1に対応して設置されたレンズ・偏向系10を有する。それぞれのレンズ・偏向系10は、対応する電子銃からの電子銃を通過させる孔8を囲むように仕切板Sにネジ7により固定された細長い強磁性体のパイプ11を備え、それぞれのパイプ11の内部に、所要のレンズ及び偏向器が配置され、仕切板Sの孔8を通過した電子銃を整形し縮小して試料Wに垂直に入射させる。こうして、マルチカラムの電子光学系Yが構成される。

【0018】このため、個々のレンズ・偏向系10は、パイプ11内に、コンデンサ・レンズ12、マルチ開口板14、縮小レンズ16、偏向器24及び対物レンズ18を順に設けるようにしている。コンデンサ・レンズ12は、仕切板Sに形成された孔8を通過した電子銃を収束する。マルチ開口板14は、コンデンサ・レンズ12によって収束された電子銃を通過させるよう、カソード突起と同数の小孔を備えている。縮小レンズ16は、マルチ開口板14を通過した電子銃のビーム寸法及び間隔を縮小して偏向器30を通過させる。偏向器30は、縮小レンズ16によって縮小された電子銃が試料上を走査するよう、電子銃の進行方向を変更する。対物レンズ18は、偏向器30及び31を通過した電子銃を試料Wに合焦させる。

【0019】それぞれのパイプ11には排気孔17が設けられ、これによって、仕切板Sと電子銃部Xと電子光学系Yとを収納する銃筒（図示せず）の内部を真空に保つためのポンプによって各パイプ9の内部も真空に保たれる。また、コンデンサ・レンズ12、マルチ開口板13、縮小レンズ14、偏向器15及び対物レンズ16には、図示しないリード線を介して、所要の電圧が印加される。必要に応じて、コンデンサ・レンズ12、マルチ開口板14、縮小レンズ16、偏向器30及び対物レンズ18は、絶縁スペーサ33を介してパイプ11の内壁に取り付けられる。

【0020】図2は、本発明の電子銃装置を上から見た概念図である。一枚の8インチ或いは12インチウェーハW上に参照番号121で示した1次光学系を5行2列に配置し、1列目と2列目とを半ピッチずらすことにより、x方向に等間隔に光軸が配置されるようにした。各

光学系の周りには、4個の1次電子ビーム123を光軸を中心とした円周上に配置した。各ビームは同時にx方向に走査し、これと並行してステージをy方向に連続移動させながらウェーハWの評価を行った。

【0021】各ビームの走査点から発生した2次電子は、2次光学系122によって2列の互いに逆の方向に作られた2次光学系HE×B分離器によって偏向され、図示しない拡大光学系により互いの像間隔が拡大されてから検出器124に導かれる。2次電子は検出器124により検出され、その後、検出信号は増幅処理及びAD変換を経て最終的に画像信号が形成される。

【0022】マルチビームをx座標に投影したときのビーム間隔を例えば50 μ mとしたとき、各ビームを走査する振幅を例えば49 μ mとして、走査領域が互いに重ならないようにした。一方、銃筒間の間隔は30mm間隔のものを半周期ずつずらして配置しているので、15mm間隔である。一回のステージ走査で199 μ mの幅の評価が行われる。1 μ mの非評価領域を設ければ走査領域は重ならない。75回ステージ走査を行った後、銃筒間のつなぎ領域が発生する。ここでは時間が経過しているので重なり走査があってもチャージは放電しているので、デバイス破壊には至らない。

【0023】図2に示す電子銃装置は、欠陥検査、線幅測定、合わせ精度測定、電位コントラスト測定、欠陥レビュー又はストロボSEMのための評価装置として、プロセス途中のウェーハの評価を行うために使用することができる。(第2の実施形態; 半導体デバイスの製造方法) 本実施形態は、上記実施形態で示した電子銃装置を半導体デバイス製造工程におけるウェーハの評価に適用したものである。

【0024】デバイス製造工程の一例を図3のフローチャートに従って説明する。この製造工程例は以下の各主工程を含む。

ウェーハWを製造するウェーハ製造工程(又はウェーハを準備する準備工程)(ステップ100)

露光に使用するマスクを製作するマスク製造工程(又はマスクを準備するマスク準備工程)(ステップ101)

ウェーハに必要な加工処理を行うウェーハプロセス工程(ステップ102)

ウェーハ上に形成されたチップを1個ずつ切り出し、動作可能にらしめるチップ組立工程(ステップ103)

組み立てられたチップを検査するチップ検査工程(ステップ104)

なお、各々の工程は、更に幾つかのサブ工程からなっている。

【0025】これらの主工程の中で、半導体デバイスの性能に決定的な影響を及ぼす主工程がウェーハプロセス工程である。この工程では、設計された回路パタ

ーンをウェーハ上に順次積層し、メモリやMPUとして動作するチップを多数形成する。このウェーハプロセス工程は以下の各工程を含む。

絶縁層となる誘電体薄膜や配線部、或いは電極部を形成する金属薄膜等を形成する薄膜形成工程(CVDやスパッタリング等を用いる)

形成された薄膜層やウェーハ基板を酸化する酸化工程

薄膜層やウェーハ基板等を選択的に加工するためにマスク(レチクル)を用いてレジストのパターンを形成するリソグラフィー工程

レジストパターンに従って薄膜層や基板を加工するエッチング工程(例えばドライエッチング技術を用いる)

イオン・不純物注入拡散工程

レジスト剥離工程

加工されたウェーハを検査する検査工程

なお、ウェーハプロセス工程は必要な層数だけ繰り返され、設計通り動作する半導体デバイスを製造する。

【0026】上記ウェーハプロセス工程の中核をなすリソグラフィー工程を図4のフローチャートに示す。このリソグラフィー工程は以下の各工程を含む。

前段の工程で回路パターンが形成されたウェーハ上にレジストをコートするレジスト塗布工程(ステップ200)

レジストを露光する露光工程(ステップ201)

露光されたレジストを現像してレジストのパターンを得る現像工程(ステップ202)

現像されたパターンを安定化させるためのアニール工程(ステップ203)

以上の半導体デバイス製造工程、ウェーハプロセス工程、リソグラフィー工程には周知の工程が適用される。

【0027】上記のウェーハ検査工程において、本発明の上記実施形態に係る電子銃装置を用いた場合、微細なパターンを有する半導体デバイスでも、高スループットで高精度に評価することができるので、製品の歩留向上及び欠陥製品の出荷防止が可能となる。

【0028】

【発明の効果】以上、本発明に係る電子銃装置の実施の形態について説明したところから理解されたとおり、本発明は、

1. 電子銃部(電子ビーム形成手段)と電子光学系とを仕切板により仕切るので、各部毎に独立に所要の高真空度を達成することが可能である、

2. 電子銃部と電子光学系とをコンダクタンスの小さい孔で結合することが可能となるので、電子銃部と電子光学系との間の圧力差を大きく取ることが可能である、

3. 複数の電子ビームが光軸を中心とした円周上に配置

されているので（例えばカソードが光軸を中心とした円周上に複数の突起を有することで複数の電子ビームを形成する）、試料又は電子光学系の方から光軸上を正イオンが電子銃のカソードの方へ戻って来ても、光軸上には個々の電子ビーム源（例えばカソードの突起）が無いので、正イオンによってカソードの突起が損傷されることがない、等の格別の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る電子線装置の一例の実施の形態の構成を概略的に示す断面図である。

【図2】 本発明に係る電子線装置を用いてプロセス途中のウェーハの評価を行う工程を説明するための図である。

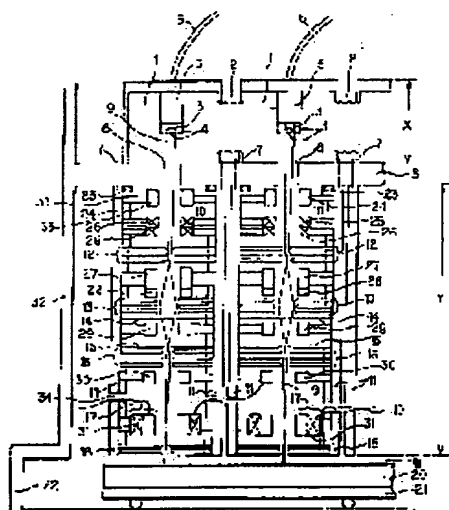
【図3】 半導体デバイス製造プロセスを示すフローチャートである。

【図4】 図3の半導体デバイス製造プロセスのうちリソグラフィプロセスを示すフローチャートである。

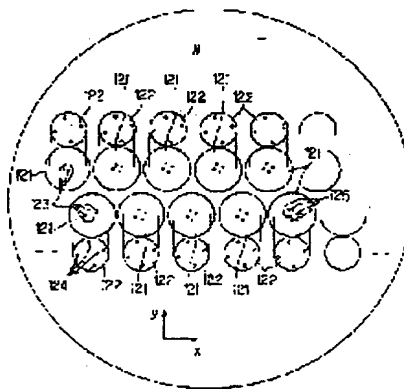
【符号の説明】

X：電子銃部、 S：仕切板、 Y：電子光学系、
1：電子銃室、 2：ベローズ、 3：カソード、
4：ウェネルト、 5：高圧端子、 6：高圧ケーブル、
8：孔、 9：ビーム軌道、 10：レンズ・偏向系、
12：コンデンサ・レンズ、 13：コンデンサ・レンズ、
14：マルチ開口板、 15：NA開口、 16：縮小レンズ、
17：E×B分離器、 18：対物レンズ、
19：リード線、 20：静電チャック、
21：ステージ、 22：試料室、 23：Oリング、
24：軸合わせ装置、 25：回転レンズ、
26：非点補正器、 27、28：軸合わせ装置、
29：軸合わせ、 30：走査偏向器、
31：E×B分離用電磁偏向器、 32：銃筒、
33：絶縁スペーサ、 34：排気孔、 121：1次光学系、
122：2次光学系、 123：1次電子ビーム、
124：検出器、 125：1次電子ビームの走査方向

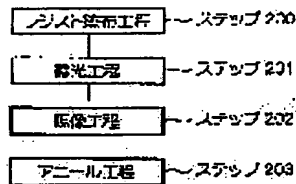
【図1】



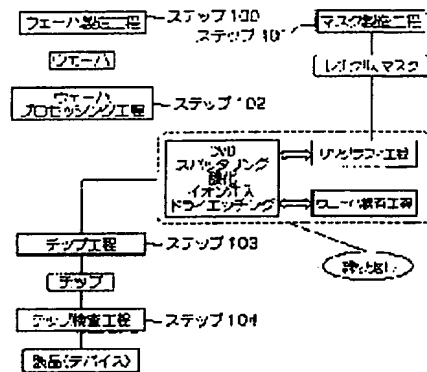
【図2】



【図4】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	ターマコート" (参考)
H 0 1 J 37/29		H 0 1 J 37/29	S F 0 5 6
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/66	J
21/66		21/30	5 4 1 B

(72) 発明者 佐竹 徹	F ターム(参考)	2F067 AA54 AA62 BB01 BB04 CC16
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社		CC17 EE18 HH06 HH13 JJ05
荏原製作所内		KK04 KK08 LL02 NN03 NN06
		QQ02 UU01
		2H095 BA08 BD02 BD14
		4M106 AA01 BA02 CA39 CA41 DB18
		5C030 BC06
		5C033 BB02 UU02 UU04
		5F056 AA33 AA35 EA12 EA16